Pêches et Océans Canada | Fisheries and Oceans Canada
Sciences | Science

Région de la Capitale Nationale

Secrétariat canadien de consultation scientifique
Avis scientifique 2012/053

AVIS SCIENTIFIQUE SUR LA DÉFINITION DES INDICATEURS POUR LA SURVEILLANCE DE LA BIODIVERSITÉ MARINE DANS L'ARCTIQUE CANADIEN

Figure 1 : Aires marines focales et sous-régions prioritaires. Les principales aires marines focales sont définies ainsi : mer de Beaufort (vert), archipel arctique canadien (mauve), complexe de la baie d'Hudson (jaune), détroit de Davis/baie de Baffin (orange). Les sous-régions prioritaires sont entourées en noir.

Contexte :

La biodiversité marine de l'Arctique est soumise à des pressions croissantes provenant des changements climatiques, du développement des ressources et d'autres agents de stress. Sous l'égide du Conseil de l'Arctique, le groupe de travail de Conservation de la flore et de la faune arctiques (CFFA) a convenu de coordonner ses actions pour détecter et comprendre les changements à long terme des écosystèmes marins de l'Arctique et des principaux éléments de la biodiversité. L'objectif est de concevoir et de recommander une série d'indicateurs qui serviront à surveiller l'évolution de la biodiversité dans l'Arctique canadien, à partir de l'information disponible actuellement et des programmes de surveillance déjà mis en place, le cas échéant. Conformément aux directives du CFFA, le Programme circumpolaire de surveillance de la biodiversité – Plan marin (PCSB-PM) prévoit la mise au point de conditions de référence de la biodiversité marine pour le biote de glace de mer, le plancton, les organismes benthiques, les poissons, les oiseaux de mer, les mammifères marins et les ours blancs. Pêches et Océans Canada (MPO) n'est pas le seul ministère de tutelle du mandat du programme PCSB, c'est pourquoi des spécialistes d'Environnement Canada ont également contribué à l'élaboration du présent avis. Cet avis constituera une des premières étapes du processus destiné à mieux comprendre les changements spatiaux et temporels et la variabilité de la biodiversité, pour évaluer les systèmes marins arctiques et fournir au CFFA des renseignements de référence ainsi que des rapports périodiques sur l'état et les tendances des écosystèmes de l'Arctique canadien.

Décembre 2012

Canada

Un processus d'examen national par les pairs portant sur les Indicateurs pour la surveillance de la biodiversité marine dans l'Arctique canadien, *qui s'est tenue du 6 au 8 février 2012 à l'Institut des eaux douces de Winnipeg (Manitoba). Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée lorsqu'elle sera disponible sur le calendrier des avis scientifiques du secteur des Sciences du MPO à l'adresse suivante : http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/index-fra.htm.*

SOMMAIRE

- Le processus d'examen scientifique par les pairs visait à : 1) préciser la « longue liste » de paramètres et d'indicateurs recommandée par le Programme circumpolaire de surveillance de la biodiversité – Plan marin pour la surveillance de la biodiversité marine dans l'Arctique, 2) recommander un plan d'échantillonnage temporel faisable à partir de l'information disponible pour les analyses de chaque indicateur, 3) analyser dans quelle mesure les données disponibles sont utilisables, et déterminer les lacunes des données afin d'orienter les futurs efforts de surveillance et de recherche.

- Les paramètres de la biodiversité sont définis et des indicateurs de la biodiversité marine sont recommandés pour chacun des composants focaux de l'écosystème (CFÉ) suivants : microbes et phytoplancton, zooplancton métazoaire, organismes sympagiques (c.-à-d. biote de glace de mer), organismes benthiques (y compris les coraux et les éponges), oiseaux de mer, poissons et mammifères marins (ours blanc compris).

- Les paramètres de la biodiversité qui doivent être surveillés pour les microbes et le phytoplancton, le zooplancton métazoaire et les organismes sympagiques (soit le biote de glace de mer) sont : la richesse, l'abondance, la biomasse, la composition des communautés, la biogéographie et les déplacements des limites territoriales des espèces. Les indicateurs proposés sont énumérés pour chaque paramètre fondamental.

- Les paramètres de la biodiversité qui doivent être surveillés pour le benthos sont : la richesse, l'abondance et la biomasse des espèces. Pour les coraux et les éponges en particulier, les principaux paramètres à surveiller sont : la richesse (dans l'habitat), l'abondance, la biomasse, le stress physiologique, la capacité de reproduction des espèces et les perturbations anthropiques subies. Les indicateurs proposés pour le benthos ainsi que les coraux et éponges sont énumérés pour chaque paramètre fondamental.

- Les connaissances sur les macrophytes marins dans l'Arctique sont insuffisantes, mais nous savons que le varech peut être un habitat important à des fins d'alimentation, de frai et de protection et qu'il pourrait par conséquent être important pour l'ensemble de la structure écosystémique. Trois indicateurs sont recommandés pour la future surveillance de l'Arctique canadien : la richesse, l'abondance et la biomasse des espèces. Il manque toutefois un document de travail décrivant le travail réalisé dans ce domaine et examinant les indicateurs possibles de manière approfondie.

- Les paramètres de la biodiversité qui doivent être surveillés pour les poissons sont : la richesse/la composition des communautés, l'abondance, la biomasse, la santé et la condition, le régime alimentaire et la génétique des espèces ainsi que des événements ou des observations remarquables ou inhabituels, les déplacements de limites territoriales, la biogéographie et les statistiques de pêche. Les indicateurs proposés pour les poissons sont énumérés pour chaque paramètre fondamental.

- Les paramètres de la biodiversité qui doivent être surveillés pour les oiseaux de mer sont : la taille des colonies, le taux de survie, la fécondité, le régime alimentaire des oisillons, les statistiques de chasse et la phénologie. Les indicateurs proposés pour les oiseaux de mer sont énumérés pour chaque paramètre fondamental.

- Les paramètres de la biodiversité qui doivent être surveillés pour les mammifères marins (ours blanc compris) sont : l'utilisation de l'habitat, l'abondance, les statistiques de chasse, la dynamique des populations, la santé et la condition, le régime alimentaire, la génétique et les événements ou observations remarquables ou inhabituels. Les indicateurs proposés pour les mammifères marins sont énumérés pour chaque paramètre fondamental.

- La résolution temporelle des rapports sur l'état et les tendances des indicateurs ne pourra pas être déterminée tant que les données actuelles ne seront pas examinées plus précisément. L'interprétation des tendances des indicateurs est parfois difficile quand l'échantillonnage est réalisé à différentes époques de l'année, ce qui peut entraîner une absence de concordance entre l'échantillonnage et la phénologie. Pour la surveillance à long terme, il est préférable d'associer les collectivités dispersées dans l'ensemble du Nord canadien parce que cela permet une recherche ou une surveillance collaboratives auxquelles participent les membres des collectivités vivant toute l'année dans la région. La surveillance collaborative permet aussi de recueillir et d'inclure les connaissances écologiques traditionnelles (CET).

- Il est recommandé d'ajouter les aires suivantes comme nouvelles sous-régions prioritaires concernées par la surveillance ou comme extensions des six aires définies auparavant en raison de leur importance pour un ou plusieurs niveaux trophiques :1) bassin Canada, 2) aire de l'île Belcher/Sanikiluaq, 3) plateau continental du Labrador, 4) baie d'Ungava, 5) est de l'île de Southampton et 6) inlet Prince-Régent comprenant la baie de Creswell, le détroit d'Eclipse et l'inlet de l'Amirauté.

RENSEIGNEMENTS DE BASE

La biodiversité marine de l'Arctique est soumise à des pressions croissantes dues à plusieurs agents de stress (changements climatiques et développement des ressources par exemple). Les gestionnaires et les intervenants ont besoin de renseignements plus à jour et davantage fondés sur des données probantes pour prendre des décisions sur l'utilisation durable des ressources, la protection de l'environnement et l'adaptation au changement. Afin d'enrichir les connaissances sur le sujet, les six nations côtières du Conseil de l'Arctique (Canada, Danemark/Groenland, Islande, Norvège, Fédération de Russie et États-Unis d'Amérique) ont convenu d'unir leurs efforts pour détecter et comprendre l'évolution à long terme des écosystèmes marins de l'Arctique, notamment des principaux éléments de sa biodiversité. Conformément aux directives du groupe de travail du Conseil de l'Arctique sur la Conservation de la flore et de la faune arctiques (CFFA), le Programme circumpolaire de surveillance de la biodiversité – Plan marin (PCSB-PM) demande l'intégration des données à long terme disponibles et du savoir traditionnel pour fournir des renseignements sur l'état et les tendances de la biodiversité marine dans l'Arctique (Gill *et al.* 2011).

Le PCSB-PM prévoit la mise au point de conditions de référence de la biodiversité marine pour le biote de glace de mer, le plancton, les organismes benthiques, les poissons, les oiseaux de mer, les mammifères marins, dont l'ours blanc, à partir de publications, de données antérieures et des collections des musées. Si possible, les données les plus récentes seront comparées aux conditions de référence pour détecter d'éventuels changements ou tendances des

principaux indicateurs et interpréter les causes sous-jacentes de l'évolution constatée. L'information sera synthétisée et présentée dans des mises à jour périodiques. Une des difficultés importantes de la surveillance de la biodiversité consistera à distinguer les changements dus à la variabilité naturelle de ceux causés par des agents de stress anthropiques comme le développement industriel. Il sera également difficile de parvenir à des conclusions définitives à partir de données limitées et incomplètes. En effet, dans la plupart des cas à ce jour, la collecte de données n'a pas été réalisée à des fins de surveillance ou d'étude de la biodiversité. L'objectif final est de mieux comprendre l'évolution de la biodiversité marine dans l'Arctique afin de présenter régulièrement des évaluations documentées et utiles aux processus de prise de décision régionaux, nationaux et internationaux.

Il est nécessaire de définir les lacunes de la couverture des données (temporelles et spatiales) pour orienter les futures actions de surveillance de la biodiversité marine dans l'Arctique. Pour que le PCSB-PM puisse porter ses fruits, il faut que l'avis scientifique soit clair, concis et compréhensible.

Le présent processus d'examen scientifique par les pairs visait à mettre au point et à recommander une série d'indicateurs à partir des données disponibles et des programmes de recherche actuels pouvant servir à surveiller l'évolution de la biodiversité marine de l'Arctique canadien. Il ne s'agit pas d'un plan de surveillance en soi, mais des premières étapes de l'élaboration d'un plan de surveillance destiné à améliorer les connaissances sur la variabilité et les changements de la biodiversité. Le document servira aussi de fondement à l'élaboration d'une politique nationale dans le cadre de la Convention sur la diversité biologique (CBD).

Le processus d'examen scientifique par les pairs visait à :

1) préciser la « longue liste » de paramètres et d'indicateurs recommandée par le Programme circumpolaire de surveillance de la biodiversité – Plan marin pour la surveillance de la biodiversité marine dans l'Arctique (Gill *et al.* 2011);
2) recommander un plan d'échantillonnage temporel faisable[1] à partir de l'information disponible pour les analyses de chaque indicateur;
3) analyser dans quelle mesure les données disponibles sont utilisables et déterminer les lacunes des données afin d'orienter les futurs efforts de surveillance et de recherche.

INTRODUCTION

La biodiversité est au cœur des fonctions et de la structure des écosystèmes. La Convention sur la diversité biologique définit la biodiversité comme étant la « variabilité des organismes vivants de toute origine y compris, entre autres, les écosystèmes terrestres, marins et autres écosystèmes aquatiques et les complexes écologiques dont ils font partie; cela comprend la diversité au sein des espèces et entre espèces ainsi que celle des écosystèmes » (article 2, Emploi des termes). La Convention poursuit trois principaux objectifs : 1) la conservation de la diversité biologique, 2) l'utilisation durable de ses éléments et 3) le partage juste et équitable des avantages découlant de l'exploitation des ressources génétiques.

Dans les années et les décennies à venir, plusieurs changements provoqués par les changements climatiques se manifesteront dans l'ensemble de la planète. Cette situation sera

[1] Lors de la réunion, il a été constaté que la phrase « plan d'échantillonnage temporel » n'était pas claire, car elle impliquait une future collecte de données. Puisque nous travaillons avec les données existantes (déjà recueillies), il a été décidé d'utiliser l'expression « résolution temporelle ».

particulièrement urgente dans l'Arctique, car les changements sont proportionnellement plus importants dans les régions polaires qu'aux latitudes plus basses. Il est important de comprendre comment ces changements influeront sur la biodiversité au fil du temps. De plus, les premiers signes de réaction de la biodiversité aux changements climatiques devraient se produire pour des espèces à la limite des régions arctiques (par exemple des espèces associées au développement de la banquise le long de la côte du Labrador et du détroit de Davis).

Indicateurs, données et rapports

Au delà des contraintes logistiques, pour tout programme de surveillance de la biodiversité, des indicateurs judicieusement choisis doivent être : 1) pertinents, 2) simples et faciles à comprendre, 3) rigoureusement scientifiques, 4) quantitatifs et 5) rentables (O'Connor et Dewling 1986). Dans certains cas, les données de surveillance à long terme peuvent indiquer les indicateurs les plus appropriés pour obtenir des renseignements sur la biodiversité marine. C'est pourquoi il n'est pas toujours nécessaire de définir les relations a priori. En ce qui concerne les indicateurs pour lesquels aucune donnée n'est disponible, une période d'essai serait utile pour observer la sensibilité de l'indicateur au changement et analyser le rapport signal/bruit (c.-à-d. le changement par rapport à la variabilité).

Pour surveiller la biodiversité, il faudrait déterminer des caractéristiques et des tendances de l'écosystème ainsi que les changements aux différents niveaux trophiques. Par ailleurs, lors de l'interprétation des données biotiques et des indicateurs associés, il est important de déterminer les principaux facteurs abiotiques et d'établir des relations avec les données justificatives (p. ex., les mesures physiques). Par exemple, la chlorophylle *a* sert d'indicateur de la biomasse photosynthétique et montre la productivité nette du système.

Lors de l'interprétation des résultats de la surveillance, le contexte biologique et l'importance de l'indicateur doivent être pris en compte. Certaines espèces sont plus importantes que d'autres sur le plan économique ou comme source locale d'alimentation. Ainsi, les changements subis par des espèces clés ou essentielles auront une incidence plus grande sur l'écosystème et des répercussions plus profondes sur les changements futurs. En outre, l'interprétation et l'évaluation des données ne doivent pas être réalisées dans un contexte uniquement canadien, car les espèces comme les systèmes océanographiques ont des liens et des relations de dépendance avec des systèmes hors des frontières canadiennes. Après la définition des indicateurs, les chiffres, la variabilité et les tendances obtenus à partir des données doivent faire l'objet de rapports. Pour plus de précisions sur les données des rapports, il faut prendre contact avec les chercheurs menant l'étude.

Les données saisies dans une base de données de surveillance de la biodiversité marine portent sur les critères suivants : 1) programmes de surveillance en place pour lesquels on dispose d'au moins cinq années de données (pas nécessairement continues) et 2) forte probabilité que le programme continuera d'exister pendant plusieurs années. Cependant, il arrive que certains ensembles de données ne puissent pas servir à évaluer la biodiversité parce qu'ils ne peuvent pas être adaptés au calcul des indicateurs de biodiversité. Le choix des données utilisées pour surveiller la biodiversité marine dans l'Arctique s'est fondé sur la prise en compte de trois périodes : 1) surveillance et rapports actuels (à partir des données existantes), 2) surveillance planifiée/dans un futur proche de 2 à 5 ans (projets en cours) et 3) surveillance future. La surveillance future peut être planifiée en fonction des lacunes des données spatiales, temporelles et concernant les niveaux trophiques et peut être conçue pour surveiller la biodiversité au moyen des indicateurs définis dans le présent document.

Les résultats du programme de surveillance de la biodiversité feront l'objet de rapports pour les écorégions marines de l'ensemble de l'Arctique circumpolaire. Au Canada, en raison de contraintes logistiques et de la pénurie de données, l'accent doit être mis sur les sous-régions prioritaires pour lesquelles on devrait obtenir les résultats les plus pertinents et dont les comparaisons régionales sont les plus anticipées. Les aires marines arctiques inscrites dans le PCSB-PM ont été définies par le Groupe de surveillance d'experts du milieu marin essentiellement à partir de critères relatifs à l'écosystème, bien que les frontières politiques soient aussi entrées en ligne de compte. Ces aires marines focales couvrent presque l'ensemble de l'Arctique, y compris l'Arctique canadien (figure 1). Pour que la partie canadienne du plan de surveillance du PCSB soit réalisable pratiquement, le groupe canadien d'experts a évalué si, dans chaque aire marine focale, certaines sous-régions pouvaient constituer un terrain plus favorable à l'évaluation de la biodiversité, et particulièrement de ses changements, à tous les niveaux trophiques. À cette fin, il a été demandé aux membres du groupe canadien d'experts de citer et de délimiter, par ordre de priorité, les 10 sous-régions qu'ils considéraient comme les plus importantes du point de vue écologique et pour lesquelles le plus grand nombre de données était disponible. Ils devaient justifier leur réponse en se fondant sur leur connaissance des espèces ou des niveaux trophiques. À partir de l'information donnée, les zones considérées par au moins deux spécialistes des niveaux trophiques comme une de leurs trois priorités les plus urgentes ont été désignées comme des sous-régions prioritaires. Les sous-régions prioritaires sont le plateau de la mer de Beaufort, la polynie North Water/le nord de la baie de Baffin, le détroit de Lancaster, le sud du détroit de Davis, le détroit d'Hudson et l'ouest de la baie d'Hudson (figure 1). Pendant la première période de mise en œuvre du Plan de surveillance de la biodiversité marine dans l'Arctique (2010-2015), l'accent sera mis sur les sous-régions définies.

Dans chaque sous-région et zone prioritaire, il est possible de faire participer les membres des collectivités aux efforts de surveillance (p. ex., pour le prélèvement d'échantillons). La présence de collectivités dispersées dans le Nord canadien présente un véritable avantage. Elle permet une recherche et une surveillance collaboratives auxquelles participent les membres des collectivités vivant toute l'année dans les régions concernées. La surveillance collaborative permet aussi d'inclure les connaissances écologiques traditionnelles (CET). Les observations générales sur les saisons et leur rapport au biote (p. ex., date de la débâcle, date d'arrivée et de départ de certaines espèces) sont des renseignements précieux apportés par les connaissances écologiques traditionnelles. À l'aide d'une formation adéquate, il est possible d'obtenir une collecte de données plus systématique.

Sources d'information et processus

La définition des indicateurs de surveillance de la biodiversité marine dans l'Arctique se fonde sur plusieurs sources d'information. Une des principales sources a été un document de travail préparé pour la réunion, qui doit être publié en tant que document de recherche. Le document de travail cherchait à sélectionner, parmi ceux présentés dans Gill *et al.* (2011), les indicateurs qui sont les plus susceptibles de montrer l'état et les tendances de la biodiversité marine dans l'Arctique canadien. Dans cet objectif et dans la plus grande mesure possible, des listes fondées sur des cartes réalisées au cours de recherches actuelles ou passées ont été préparées par aire marine focale et par composant focal de l'écosystème (CFÉ). Les listes d'indicateurs et leur justification dans ce document de travail ont constitué les fondements de la discussion.

Outre le document cité ci-dessus, Kenchington *et al.* (2012) ont préparé un deuxième document de travail pour examen par les pairs. Ce document examine les indicateurs de la biodiversité destinés à surveiller la mégafaune des coraux et des éponges dans l'est de l'Arctique, comblant

ainsi d'importantes lacunes sur la surveillance de la mégafaune des coraux et des éponges, souvent considérés comme des écosystèmes marins vulnérables et extrêmement sensibles aux changements. Kenchington *et al.* (2012) ont préparé une liste d'indicateurs à prendre en compte pour la surveillance de la biodiversité des coraux et des éponges et ont évalué le rendement de plusieurs indicateurs dans le cadre de projections des changements climatiques pour l'est de l'Arctique canadien.

Les participants à la réunion ont examiné les documents de travail et ajouté des renseignements plus détaillés sur plusieurs indicateurs. L'information qui suit s'appuie sur les documents de travail et intègre les commentaires recueillis lors de la réunion.

ÉVALUATION

La diversité dans ses trois composantes (à savoir la diversité des gènes, des espèces et des écosystèmes) contribue à la diversité mondiale. La portée de la biodiversité peut être envisagée à l'échelle locale, régionale ou mondiale. Le processus du Secrétariat canadien de consultation scientifique (SCCS) a examiné chaque composant focal de l'écosystème (CFE) au plus bas niveau possible, dans certains cas au niveau de l'écosystème pour des espèces ou des groupes d'espèces très peu connus (p. ex., microbes/phytoplancton) et dans d'autres, au niveau des espèces et des gènes (p. ex., béluga et omble chevalier). La portée variait aussi selon le CFÉ et les principales espèces.

Kenchington *et al.* (2012) décrivent deux catégories d'activités de surveillance actuelles : 1) la surveillance des composantes de l'écosystème pour recueillir des renseignements sur les tendances à long terme des réactions aux facteurs environnementaux et 2) la surveillance des menaces et agents de stress pesant sur les composantes de l'écosystème. Les deux types de surveillance sont nécessaires pour définir le changement et les tendances qui lui sont associées, mais aussi pour en comprendre les causes. L'évaluation des indicateurs de surveillance de la biodiversité a brièvement examiné les différences entre les deux sortes de surveillance, mais a surtout consisté à déterminer les indicateurs de surveillance de l'écosystème utilisés à l'heure actuelle. La surveillance des paramètres abiotiques (p. ex., glace de mer, température océanique, salinité, courants, etc.), y compris le moment et la durée des changements abiotiques anormaux (p. ex., régression de la glace), est nécessaire pour expliquer les changements subis par tout composant focal de l'environnement. Ainsi, étant donné que la glace de mer et les polynies sont considérées comme des habitats fondamentaux pour de nombreuses espèces arctiques, elles doivent faire l'objet d'une surveillance qui permettra d'expliquer d'éventuels futurs changements de la biodiversité.

Parmi les nombreuses méthodes disponibles (télédétection, marquage par satellite, etc.), des postes d'amarrage ont été employés comme outil fiable d'échantillonnage. Ils permettent de mesurer plusieurs variables abiotiques et offrent souvent une résolution temporelle détaillée dans un lieu donné. Ils peuvent aussi servir de plate-forme à d'autres outils de surveillance de la biodiversité (voir l'annexe 2 par exemple). La fluorescence est ainsi un paramètre abiotique important utilisé comme indicateur de mesure de la chlorophylle *a*. Parmi les autres indicateurs importants pour surveiller les océans, citons la température, la salinité et les nutriments. Ces variables, toutes importantes, sont généralement comprises, dans une certaine mesure, dans tous les programmes de surveillance biologique destinés à mieux comprendre l'évolution d'un système marin, et elles doivent faire partie du futur plan de surveillance de la biodiversité.

À partir des critères susmentionnés, l'évaluation a défini des indicateurs qui serviront à évaluer la biodiversité et pour lesquels des données sont actuellement recueillies dans l'Arctique canadien. Cependant, des incertitudes subsistent sur la sensibilité des indicateurs

recommandés pour détecter les changements réels et non l'étendue de la variabilité. Chaque indicateur devra être évalué à partir des données disponibles pour :

- vérifier que les changements détectés sont significatifs et ne sont pas de faux positifs;
- déterminer les relations entre indicateurs et en leur sein, ainsi qu'entre niveaux trophiques, ce qui est particulièrement important en cas de mesure d'indicateurs contradictoires;
- déterminer la résolution temporelle des rapports sur l'état et les tendances des indicateurs, ce qui ne pourra être fait tant que les données actuelles ne seront pas examinées plus précisément. Il faut en outre prendre en compte la biologie des organismes pour déterminer la résolution temporelle. Cette information orientera aussi la future surveillance.

La suite du document propose une liste détaillée des principaux paramètres et indicateurs, ainsi que la justification de leur utilisation dans le plan canadien de surveillance de la biodiversité marine, pour chaque composant focal de l'écosystème : microbes, zooplancton métazoaire, organismes sympagiques (c.-à-d. biote de glace de mer), organismes benthiques (coraux et éponges, particulièrement), poissons, oiseaux de mer et mammifères marins (ours blanc compris). Pour certains composants, les principaux groupes spécifiques ou taxonomiques et lacunes (par espèce ou zone) ont été définis. Les programmes de surveillance en cours et les noms des chercheurs principaux mentionnés sur une carte de l'Arctique canadien ont été tirés des documents de travail et mis à jour pendant la réunion.

Microbes, phytoplancton, zooplancton métazoaire et organismes sympagiques (biote de glace de mer)

Six paramètres principaux et huit indicateurs de la biodiversité ont été déterminés pour le CFÉ Microbes, zooplancton métazoaire et organismes sympagiques (tableau 1).

Microbes et phytoplancton

Selon les données actuelles des relevés moléculaires, les principaux groupes taxonomiques et spécifiques de microbes qu'il faudrait surveiller sont notamment les protéobactéries gamma et les *bacteriodetes* par rapport aux protéobactéries alpha, les thaumarchées, comme pourcentage du total des archées et les *Micromonas* 2099 par rapport aux autres clades de *Micromonas*. Selon les données actuelles des études microscopiques, appuyées par les relevés moléculaires et de cytométrie en flux, les principaux groupes spécifiques et taxonomiques qu'il faudrait surveiller sont les ciliés, les diatomées, les dinoflagellés et les répartitions des espèces de grands flagellés.

Une surveillance régulière des microbes est menée dans le golfe d'Amundsen, région qui n'est pas considérée à l'heure actuelle comme une sous-région prioritaire. Étant donné qu'il s'agit d'une des rares régions reconnues comme biologiquement significatives dans laquelle des données ont été régulièrement recueillies, il est recommandé de la désigner comme nouvelle aire prioritaire. En règle générale, la collecte d'échantillons de microbes a été insuffisante pour la plupart des années dans les autres régions.

Tableau 1 : Principaux paramètres et indicateurs pour les microbes, le zooplancton métazoaire et les organismes sympagiques et justification de leur utilisation dans la surveillance de la biodiversité marine canadienne.

Paramètre clé	Indicateur	Justification
Richesse des espèces	• Nombre d'espèces observées dans un échantillon au moyen de la taxonomie ou de la génétique moléculaire. • Indices de diversité.	• Mesure de la biodiversité. • Au fur et à mesure que de nouvelles espèces sont « découvertes » en utilisant de nouvelles techniques d'identification, la liste s'allonge et peut donner la fausse impression d'une augmentation de la biodiversité.
Abondance	• Abondance des espèces clés et abondance totale des principaux groupes taxonomiques ou fonctionnels.	• L'abondance indique les stocks actuels et permet de comparer les années à condition d'appliquer les mises en garde habituelles, notamment à propos du moment de l'année ou de la phase du cycle de production annuel, de la profondeur ou de la profondeur intégrée des échantillons.
Biomasse	• Biomasse des espèces clés. • Biomasse totale des niveaux trophiques, qui est un indicateur de la santé du réseau trophique.	• Mêmes commentaires et mises en garde que pour l'abondance. Elle peut donner une indication générale des stocks actuels de différents niveaux trophiques.
Composition des communautés	• Composition par taille (plancton et biote de glace de mer). • Petite ou grande. • Structure de l'assemblage. • Rapport diatomées/dinoflagellés. • Rapport pennées/centriques. • Rapport espèces arctiques/subarctiques.	• Proportion des espèces et tailles des populations par rapport au total dans et entre les niveaux trophiques fonctionnels d'une aire donnée.
Biogéographie	• Perte d'espèces ou changements de la dominance relative de certaines espèces dans des zones géographiques.	• Représentation biogéographique des espèces clés ou de complexes d'espèces. • Indique des changements dans le type d'habitat ou les propriétés structurelles.
Déplacements de limite territoriale	• Présence d'espèces colonisatrices, erratiques et envahissantes. • Changement de l'aire de répartition de l'espèce.	• La poursuite des changements climatiques dans l'Arctique entraînera probablement une modification des aires de répartition des espèces.

Zooplancton métazoaire

Selon les données actuelles, les principaux groupes spécifiques et taxonomiques de zooplancton métazoaire qu'il faudrait surveiller sont notamment le complexe *Calanus* spp., les amphipodes pélagiques *Themisto* spp. (particulièrement *T. libellula* et *T. abyssorum*) ainsi que les ptéropodes et autres espèces sensibles au pH. Les amphipodes pélagiques *Themisto libellula* et *T. abyssorum* sont des éléments importants des écosystèmes pélagiques de l'Arctique. Les deux espèces sont carnivores et se nourrissent de mésozooplancton. Elles représentent aussi une source importante de nourriture pour les vertébrés marins et un lien fondamental entre la production secondaire de zooplancton et les niveaux trophiques supérieurs. En revanche, l'espèce *T. compressa* est rare et considérée comme subarctique. Les ptéropodes sont un groupe taxonomique fondamental, mais peu connu, car il n'a pas fait l'objet de suffisamment de prélèvements d'échantillons au moyen de filets de pêche normaux. Parce que des prélèvements d'échantillons de zooplancton ont régulièrement été réalisés dans le bassin Canada, il est recommandé de le désigner comme nouvelle sous-région prioritaire pour ce composant focal de l'écosystème.

Organismes sympagiques (c.-à-d. biote de glace de mer) – Microbes et métazoaires

Selon les données actuelles des études moléculaires et microscopiques, les principaux groupes spécifiques et taxonomiques d'organismes sympagiques qu'il faudrait surveiller sont notamment

les *Cryothecomonas*, la diatomée pennée circumarctique *Nitzschia frigida*, les diatomées pennées par rapport aux diatomées centriques ainsi que les dinoflagellés *Polarella glacialis* et *Heterocapsa arctica*. Les autres principales espèces sont l'amphipode associé à la glace *Gammarus wilkitzkii* (glace de plusieurs années) et la morue arctique (*Boreogadus saida)*. Par ailleurs, de la chlorophylle *a* extraite peut servir d'indicateur de la biomasse.

Dans la banquise de plusieurs années de l'archipel arctique, qui constitue un habitat menacé, le nombre d'échantillons prélevé est insuffisant. C'est pourquoi il est recommandé de désigner cette zone comme nouvelle sous-région prioritaire. Pour les organismes sympagiques, les caractéristiques de la glace (c.-à-d. l'habitat) peuvent servir d'indicateur de la biodiversité. Elles sont notamment mesurables au moyen de la télédétection et des observations réalisées par les collectivités pour l'analyse temporelle et spatiale. Les polynies, zones d'eau libre entourées de glace, sont également importantes et il faudrait en tenir compte dans les futures activités de surveillance.

Benthos

Trois paramètres principaux de la biodiversité et deux indicateurs pour la faune benthique (méga-, macro-, méio-, épi- et endofaune) ont été déterminés (tableau 2). De plus, six paramètres principaux et 15 indicateurs concernant la surveillance de la biodiversité des coraux et éponges ont été déterminés (tableau 3, voir Kenchington *et al.* 2012).

Tableau 2 : Principaux paramètres et indicateurs pour le benthos et justification de leur utilisation dans la surveillance de la biodiversité marine canadienne.

Paramètre clé	Indicateur	Justification	Remarques
• Richesse des espèces • Abondance • Biomasse	• Mesures de la diversité (p. ex., Shannon, Simpson, redondance taxonomique, diversité bêta, diversité des réactions, distinction taxonomique). • Tendances des principales espèces [p. ex., moule bleue, oursins, holothuries, *Corophium* sp., etc. (liens entre le réseau trophique et les oiseaux de mer); myes, *Hyatella arctica*, *Serripes groenlandicus*, *Mya truncata* (liens entre le réseau trophique et le morse)].	• Résilience et fonctions de l'écosystème. • Lien avec le niveau trophique supérieur (oiseaux, morse, phoque barbu, etc.).	• Il faut présenter les moyennes et les tendances de la variance et clairement établir a priori des points de référence au moyen de la méthode de bioéquivalence. • Moment et durée des événements anormaux (lien avec l'océanographie physique). • Moment de la prolifération de phytoplancton/d'algues des glaces (lien avec les microbes). • Les données de relevés au chalut ne conviennent pas pour mesurer la biomasse et l'abondance en raison des problèmes posés par la capturabilité et l'enregistrement ou la déclaration des données.

Tableau 3 : Principaux paramètres et indicateurs pour les coraux et les éponges et justification de leur utilisation dans la surveillance de la biodiversité.

Paramètre clé	Indicateur	Justification	Remarques
Richesse des espèces (dans l'habitat)	• Mesures de la diversité (p. ex., Shannon, Simpson, redondance taxonomique, diversité bêta, diversité des réactions, distinction taxonomique).	• Résilience et fonctions de l'écosystème.	
Abondance (données géoréférencées)	• Nombre par m^2. • Zone de haut-fond.	• Résilience et fonctions de l'écosystème.	• Grande précision des transects photographiques/vidéo *in situ*. • Faible priorité des relevés au chalut.
Biomasse (données géoréférencées)	• Poids/aire unitaire	• Résilience et fonctions de l'écosystème.	• Échantillons ponctuels quantitatifs et autres matériels (p. ex., VTG, petite drague). • Les données de relevés au chalut ne conviennent pas pour mesurer la biomasse et l'abondance en raison des problèmes posés par la capturabilité ainsi que l'enregistrement et la déclaration des données.
Stress physiologique	• Nombres de spécimens vivants/nombre de spécimens morts. • % de recouvrement par les zoanthidés. • Biomarqueurs des éponges.	• Résilience et fonctions de l'écosystème.	• Opinion d'expert nécessaire pour l'indicateur des biomarqueurs. • Grande précision des transects photographiques/vidéo *in situ* (p. ex., VTG). • Faible précision des relevés au chalut.
Capacité de reproduction	• Structure par taille des espèces fondatrices. • Zone de haut-fond. • Densité du haut-fond. • Isolement/proximité du haut-fond. • Connectivité du haut-fond. • Dispersion du haut-fond.	• Résilience et fonctions de l'écosystème.	• La structure par taille est considérée comme une priorité faible. • Lien avec la diversité génétique. • Calculable à partir des données de relevés au chalut avec une précision modérée.
Perturbation anthropique	• Répartition et regroupement des activités de pêche. • Zones non touchées.	• Tendances de la fragmentation de l'habitat naturel. • Lien avec des facteurs de changement potentiel clés.	• Des données de système de surveillance des navires (SSN) sont nécessaires. • Indicateur semblable pour les activités pétrolières et gazières.

Macroalgues

Les macrophytes marins de l'Arctique sont peu connus. La répartition générale des macrophytes dans le milieu marin de l'Arctique est largement influencée par la dynamique de la glace de mer (affouillement glacial), la lumière disponible (glace de mer et sédiments en suspension) et la présence de substrats adéquats pour leur fixation. Des études détaillées sur les macrophytes ont été réalisées dans certaines régions de l'Arctique (p. ex., Stefansson Sound, Passage Bridgeport et Alaska, Île Melville), mais en règle générale, on n'a pas prélevé suffisamment d'échantillons à l'échelle de l'Arctique.

Le savoir traditionnel pourrait être un instrument important pour commencer à délimiter les zones de présence des macroalgues. Ainsi, dans la mer de Beaufort, les connaissances traditionnelles ont permis de cerner plusieurs sites possibles près des baies Argo et Wise et probablement près de la baie Liverpool et de Sachs Harbour (voir Cobb *et al.* 2008). Les autres lieux possibles sont la zone de Boulder Patch en Alaska, Stefansson Sound et des zones de l'est de l'Arctique canadien (p. ex., Resolute, Igloolik dans Chapman et Lindley 1981).

Les lits de varech sont connus pour remplir des fonctions d'habitat nombreuses et variées dans d'autres eaux côtières, en offrant un espace tridimensionnel, une protection et une source d'alimentation à une ou plusieurs communautés. Ils peuvent aussi servir d'habitat de frai important ou d'aire de croissance pour les stades biologiques juvéniles de certaines espèces de poisson. C'est pourquoi la présence de varech peut être importante pour l'ensemble de la structure et des fonctions de l'écosystème. Wodarska-Kowalczuk *et al.* (2009) ont suggéré que, comme la déforestation, la perte de varech pourrait entraîner une diminution significative de la diversité et de l'abondance de la faune.

Un plan de surveillance à long terme est actuellement en place pour le secteur de Stefansson Sound et Boulder Patch en raison de la mise en valeur du pétrole et du gaz dans la région (OCS Study MMS 2009-040). Ce plan pourrait servir de point de départ à l'élaboration d'un plan de surveillance pour l'Arctique. Trois indicateurs sont recommandés pour la future surveillance des macroalgues dans l'Arctique canadien : la richesse, l'abondance et la biomasse des espèces. Il manque toutefois un document de travail décrivant le travail réalisé dans ce domaine et examinant les indicateurs possibles de manière approfondie.

Poissons

Neuf paramètres principaux de la biodiversité et 23 indicateurs ont été définis pour les poissons (tableau 4). Pour de nombreuses espèces capturées à l'heure actuelle dans le cadre d'une pêche de subsistance ou commerciale, les données de surveillance sont relativement cohérentes et fiables. En revanche, les données et la surveillance sont sporadiques et généralement incomplètes pour certaines espèces importantes en ce qui concerne les fonctions des écosystèmes. Les écarts entre les connaissances sur les espèces de poissons pêchées ou importantes pour la pêche commerciale et les autres espèces auront des répercussions dans les rapports sur ces indicateurs.

Tableau 4 : Principaux paramètres et indicateurs concernant les poissons et justification de leur utilisation dans la surveillance de la biodiversité marine canadienne.

Paramètre clé	Indicateur	Justification	Remarques
Richesse des espèces/composition des communautés	• Mesures de la diversité (p. ex., Shannon-Wiener et Simpson) • Régime alimentaire des mammifères marins et des oiseaux de mer.		• Contenus stomacaux : les prédateurs des poissons sont des sources d'échantillons efficientes, mais les données pourraient être affectées par un biais dû à l'échantillonnage ou à « l'engin de pêche » parce que leur alimentation est sélective. De plus, la consommation dépend de la densité des proies (leur réponse fonctionnelle plurispécifique), ce qui doit être pris en compte quand on utilise les prédateurs des poissons comme sources d'échantillons (Asseburg *et al.* 2006).
Abondance	• Répartition par fréquence de taille.	• Résilience et fonctions de l'écosystème.	• Espèces clés et total.
Biomasse	• Poids/aire unitaire.		• Espèces clés et total.
Santé, condition et régime alimentaire	• Coefficient de condition (p. ex., poids/longueur). • Âge. • Taille. • Contenu stomacal. • Isotopes stables. • Acides gras.	• En général, composant des programmes de surveillance par les collectivités dans les sites de pêche traditionnelle. • Plusieurs techniques non invasives permettent d'obtenir divers renseignements sur la santé des animaux. • Il est important de détecter tout déclin ou changement de condition d'une population ou d'un stock.	
Utilisation de l'habitat	• Zones d'alimentation. • Aires de croissance. • Frayères. • Routes migratoires.		
Génétique	• Délimitation de la population ou du stock. • Hybridation. • Flux génétique transarctique (omble chevalier).	• La diversité génétique est un élément important pour déterminer la santé et la capacité de reproduction d'une population.	
Observations et événements remarquables ou inhabituels	• Mortalités massives. • Maladies. • Observations remarquables sur les espèces.	• Étant donné que l'échantillonnage et la surveillance scientifiques ou de gestion ne sont pas réalisés tout au long de l'année, les faits qui ne sont pas notés par des chercheurs, mais par des	

Paramètre clé	Indicateur	Justification	Remarques
		habitants des régions concernées sont précieux pour interpréter les résultats de la saison d'étude sur le terrain ou pour comprendre la variabilité et cerner les changements.	
Déplacements de limite territoriale	• Présence d'espèces colonisatrices, erratiques et envahissantes. • Changement de l'aire de répartition de l'espèce.	• La poursuite des changements climatiques dans l'Arctique entraînera probablement une modification des aires de répartition des espèces.	
Biogéographie	• Association des espèces à des types d'habitat.	• Représentation biogéographique des espèces clés ou de complexes d'espèces. • Indique des changements dans le type d'habitat ou les propriétés structurelles.	
Statistiques de pêche	• Moment et lieu de la pêche. • Taux de capture. • Structure par âge et par sexe. • Dynamique des populations. • Perspectives des populations locales sur les aliments prélevés dans la nature.	• Tous ces indicateurs ou certains d'entre eux sont régulièrement examinés et notés pendant les activités de pêche des collectivités.	• Pour être utiles à la surveillance, les méthodes de pêche doivent être uniformes; il faut aussi communiquer les données concernant l'effort de pêche.

Les espèces et groupes taxonomiques clés qui doivent faire l'objet du plan de surveillance sont : la morue polaire, le capelan (*Mallotus villosus*), le Dolly Varden (*Salvelinus malma*), l'omble chevalier (*Salvelinus alpinus*), les corégones et ciscos (*Coregonus* spp., *Stenodus* sp.), la crevette, le flétan du Groenland (*Reinhardtius hippoglossoides*) et les saumons du Pacifique (*Onchorhynchus* spp.). L'omble chevalier étant un aliment couramment prélevé par les collectivités locales, les données recueillies par ces dernières sur l'espèce et les évaluations du stock sont facilement accessibles. Lors de l'analyse des données et de la définition de l'échelle temporelle, il faut déterminer et examiner la qualité des données (p. ex., absence de concordance entre l'échantillonnage et les montaisons d'ombles chevaliers).

Oiseaux de mer

Les oiseaux de mer dans l'Arctique canadien sont « régulièrement » surveillés depuis les années 1970 (Gaston et Nettleship 1981; Gaston 2002; Mallory *et al.* 2009) et des données sont disponibles depuis les années 1950 (Tuck 1961). Le CFFA possède un Groupe de travail sur les oiseaux de mer circumpolaires, appelé CBird, depuis 1993. En 2008, le Cadre du réseau de surveillance des oiseaux de mer de l'Arctique circumpolaire (Petersen *et al.* 2008) a été publié à titre de production du PCSB. Il est recommandé d'inclure dans le plan de surveillance canadien (tableau 5) tous les indicateurs établis pour les oiseaux de mer dans Petersen *et al.* (2008).

Tableau 5 : Principaux paramètres et indicateurs pour les oiseaux de mer – adapté de Petersen et al. (2008).

Paramètre clé	Indicateur
• Taille de la colonie	• Abondance, nombre de nids actifs
• Survie	• Taux de survie des adultes et des oisillons
• Capacité de reproduction	• Productivité
• Régime alimentaire des oisillons	• Régime alimentaire
• Statistiques de chasse	• Taux de capture et données démographiques
• Phénologie	• Période de reproduction

Le groupe CBird a établi une longue liste d'espèces qu'il recommande de prendre en compte dans le cadre du réseau de surveillance des oiseaux de mer circumpolaires (voir Petersen *et al.* 2008). Au Canada, les principales espèces de cette longue liste sont la mouette tridactyle (*Rissa tridactyla*; piscivore de surface), le guillemot (piscivore plongeur) et l'eider à duvet (*Somateria mollissima*, qui tire son alimentation du benthos). Toutefois, comme il est recommandé de surveiller une espèce représentative de chaque type de quête de nourriture, la surveillance canadienne des oiseaux de mer doit aussi porter sur le fulmar boréal (*Fulmarus glacialis*, quête de nourriture pélagique), la mouette blanche (*Pagophila eburnea*, associée à la glace et inscrite comme en voie de disparition par le COSEPAC), le goéland bourgmestre (*Larus hyperboreus*, omnivore, importante concentration de contaminants) et le guillemot à miroir (*Cepphus grylle*, qui tire son alimentation du benthos). Cette liste plus longue permet une évaluation plus complète de l'état actuel de ces populations importantes de l'Arctique canadien. Les autres données importantes pour l'interprétation des tendances des oiseaux de mer sont :

- données climatiques (p. ex., température de l'air, vents, etc.);
- données océanographiques (p. ex., salinité, profondeur, température de l'eau, courants et glace de mer);
- modèles de changements climatiques (c.-à-d. oscillation nord-atlantique, tourbillons subpolaires);
- répartitions et tailles du plancton (p. ex., phytoplancton et zooplancton);
- contaminants;
- données concernant la pêche et les stocks de poisson;
- données concernant les déversements de pétrole.

Nombre des données supplémentaires citées ci-dessus sont également pertinentes pour comprendre les tendances d'autres groupes d'espèces, notamment de poissons et de mammifères marins.

Outre l'ajout d'espèces à la liste d'espèces clés, il est recommandé de compléter la liste des sous-régions prioritaires définies dans la figure 1 :

1) extension de la sous-région prioritaire de l'ouest de la baie d'Hudson pour y inclure la baie East;

2) ajout de la sous-région prioritaire des Îles Belcher/Sanikiluaq;
3) extension de la sous-région du détroit de Lancaster/détroit de Barrow au sud-ouest dans l'inlet Prince-Régent et l'île Prince Leopold jusqu'à la baie de Creswell (cette zone est très importante pour les oiseaux de mer et les bélugas après la disparition de la glace dans l'inlet Prince-Régent);
4) ajout de la sous-région prioritaire du détroit d'Eclipse et de l'inlet de l'Amirauté (cette zone est aussi très importante, en particulier pour le narval).

Le tableau 6 contient la liste des principales espèces surveillées pour chaque indicateur dans l'Arctique canadien.

Mammifères marins (ours blanc compris)

L'Arctique canadien fournit un habitat saisonnier et tout au long de l'année à plusieurs espèces de mammifères marins, dont beaucoup sont importantes à des fins de subsistance. Il est recommandé de surveiller les espèces de mammifères marins suivantes : baleine boréale (*Balaena mysticetus*), béluga (*Delphinapterus leucas*), narval (*Monodon monoceros*), morse (*Odobenus rosmarus*), phoque barbu (*Erignathus barbatus*), phoque annelé (*Phoca hispida*), phoque du Groenland (*Pagophilus groenlandicus)*, phoque à capuchon (*Cystophora cristata*), épaulard (*Orcinus orca*) et ours blanc (*Ursus maritimus*). Des espèces de la liste, le phoque barbu est celui qui a le moins fait l'objet de recherches et de surveillance. La surveillance de cette espèce nécessite une évaluation préalable des ensembles de données disponibles. Les données de surveillance présentent également des lacunes sur les espèces tempérées observées dans les eaux arctiques canadiennes, notamment plusieurs espèces de baleines [baleine grise (*Eschrichtius gibbosus*), rorqual à bosse (*Megaptera novaengliae*), baleine noire (*Eubalaena glacialis*) et petit rorqual (*Balaenoptera acutorostrata*)], de dauphins et de marsouins.

Six paramètres principaux de la biodiversité et 26 indicateurs ont été définis pour les mammifères marins (tableau 7). À l'heure actuelle, les activités de surveillance de l'ours blanc les plus soutenues ont lieu dans les sous-régions prioritaires de la mer de Beaufort et de l'ouest de la baie d'Hudson. Une surveillance importante est également menée dans l'archipel du haut Arctique.

Selon les prévisions, la banquise de plusieurs années de l'archipel arctique devrait être la dernière glace de plusieurs années qui restera dans l'Arctique canadien et a été désignée comme une zone d'importance écologique et biologique (ZIEB) (MPO 2011). Les regroupements de mammifères marins et les concentrations/densités actuelles semblent faibles dans la zone en comparaison de l'ensemble de l'Arctique et aucun programme de surveillance des mammifères marins n'y est en cours. Cependant, la zone du haut Arctique étant considérée comme importante sur le plan régional, elle devrait être surveillée à la lumière des nombreux changements prévus en raison des changements climatiques.

Tableau 6 : Surveillance actuelle et passée des oiseaux de mer dans l'Arctique canadien par indicateur et aire marine focale.

Indicateur	Mer de Beaufort	Archipel arctique	Baie d'Hudson	Baie de Baffin/détroit de Davis
Nombre	• Barrow en Alaska (eiders) • Région désignée des Inuvialuit (eiders)	• Île Prince Leopold (guillemot, mouette tridactyle, goéland bourgmestre, fulmar boréal) • Île St. Helena (eider, goéland bourgmestre) • Île Tern (sterne arctique, eiders) • Relevés sur la mouette blanche dans toute son aire de répartition	• Île Digges (guillemot, goéland bourgmestre) • Île Coats (guillemot, goéland bourgmestre) • Baie East (eiders) • Sanikiluaq (eiders) • Churchill (eiders)	• Détroit d'Hudson (eiders)
Productivité		• Île Prince Leopold (guillemot, mouette tridactyle, goéland bourgmestre, fulmar boréal) • Île St. Helena (eider, goéland bourgmestre) • Île Seymour (mouette blanche)	• Île Digges (guillemot, goéland bourgmestre) • Île Coats (guillemot, goéland bourgmestre) • Baie East (eiders) • Churchill (eiders)	
Phénologie		• Île Prince Leopold (guillemot, mouette tridactyle, goéland bourgmestre, fulmar boréal) • Île St. Helena (goéland bourgmestre)	• Île Digges (guillemot, goéland bourgmestre) • Île Coats (guillemot, goéland bourgmestre) • Baie East (eiders) • Churchill (eiders)	
Croissance des oisillons		• Île Prince Leopold (guillemot)	• Île Digges (guillemot) • Île Coats (guillemot)	
Contaminants		• Île Prince Leopold (guillemot, mouette tridactyle, goéland bourgmestre, guillemot à miroir)	• Île Digges (guillemot) • Île Coats (guillemot, goéland bourgmestre) • Sanikiluaq (eiders)	
Régime alimentaire		• Île Prince Leopold (guillemot, fulmar boréal – isotopes stables, goéland bourgmestre)	• Île Digges (guillemot) • Île Coats (guillemot, goéland bourgmestre) • Baie East (eiders) • Sanikiluaq (eiders)	

Tableau 7 : Principaux paramètres et indicateurs concernant les mammifères marins et justification de leur utilisation dans la surveillance de la biodiversité marine canadienne.

Paramètre clé	Indicateur	Justification	Remarques (y compris les protocoles)
Utilisation de l'habitat	• Zones d'alimentation importantes. • Zones de mise bas et d'élevage des petits. • Aires d'hivernage. • Répartition de la densité. • Corridors/routes de migration. • Répartition saisonnière. • Modifications de l'habitat; pour les espèces ayant des besoins particuliers en matière d'habitat (c.-à-d. phoques pagophiles), les changements de l'habitat lui-même (banquise en l'occurrence) doivent être surveillés.	• Fournit des renseignements très variés sur l'utilisation de l'habitat et les périodes d'utilisation pour les grands migrateurs. • Détermine les zones sensibles et les habitats soutenant des fonctions importantes du cycle biologique. • Les premiers signes des changements climatiques seront détectés dans des modifications de l'utilisation spatio-temporelle des habitats, particulièrement aux limites de la région arctique (p. ex., phoques du Groenland et à capuchon, *Cystophora cristata*, dans l'est de l'Arctique).	• Relevés aériens. • Études des des données de suivi télémétrique. • Études par marquage et recapture.
Dynamique des populations	• Abondance totale ou relative. • Structure par âge et sexe de la population. • Taux de reproduction et de survie par âge (p. ex., fécondité, maturité, sénescence). • Taux de croissance des animaux. • Statistiques de vie, de mortalité et de reproduction. • Données morphométriques.	• Pour certaines espèces, particulièrement la baleine boréale, il est difficile de mesurer l'abondance totale ou relative ou d'obtenir suffisamment de données indiquant des tendances ou des chiffres exacts, car ils sont généralement calculés à partir de données de relevés aériens ou de marquage/recapture. • Des estimations de la taille de presque toutes les populations d'ours blancs sont disponibles, bien que certaines ne soient pas à jour.	• Relevés aériens. • Études par marquage et recapture.
Statistiques de récolte	• Moment et lieu de la récolte. • Taux de récolte. • Structure par âge et sexe des animaux récoltés. • Perspectives des populations locales sur les aliments prélevés dans la nature. • Taux d'animaux abattus, débarqués et perdus. • Taux de reproduction par âge (c.-à-d. fécondité et maturité).	• L'accent est mis sur les espèces récoltées traditionnellement et les espèces importantes du point de vue du MPO et des populations locales (composantes valorisées de l'écosystème). • Échantillonnage de la récolte annuelle. • Programmes de surveillance par les collectivités.	• Les gouvernements du Nunavut (GN) et des Territoires du Nord-Ouest (GTNO) ont un programme de surveillance de la récolte de l'ours blanc à grande échelle qui comprend un échantillonnage des tissus.

Paramètre clé	Indicateur	Justification	Remarques (y compris les protocoles)
Santé, condition et régime alimentaire	• Données morphométriques. • Régime alimentaire. • Condition relative (p. ex., qualité et quantité du petit lard pour les baleines et les phoques). • Charge corporelle des contaminants. • Statistiques de vie, de mortalité et de reproduction. • Incidence des maladies et parasites.	• En général, composant des programmes de surveillance par les collectivités dans les sites de récolte traditionnelle. • Plusieurs techniques non invasives (p. ex., échantillons de biopsie) permettent d'obtenir une série de renseignements sur la santé des animaux. • Il est important de détecter tout déclin ou changement de condition d'une population ou d'un stock.	• Acides gras. • Contenus stomacaux et intestinaux. • Isotopes stables. • Traceurs de contaminants. • Voir la surveillance de la chasse à l'ours blanc réalisée par le GN et le GTNO.
Génétique	• Délimitation de la population ou du stock. • Type d'accouplement. • Comportement social.	• La diversité génétique est un élément important pour déterminer la santé et la capacité de reproduction d'une population.	• Diversité génétique. • Voir la surveillance de la chasse à l'ours blanc réalisée par le GN et le GTNO.
Observations et événements remarquables ou inhabituels	• Mortalités massives. • Maladies. • Déplacements de limite territoriale (p. ex., présence d'espèces colonisatrices, erratiques et envahissantes).	• Étant donné que l'échantillonnage et la surveillance ne sont pas réalisés tout au long de l'année, les faits qui ne sont pas notés par des chercheurs, mais par des habitants des régions concernées sont précieux pour interpréter les résultats de la saison d'étude sur le terrain ou pour comprendre la variabilité et cerner les changements.	• Programme d'intervention. • Programme de surveillance des échouages.

Le tableau 8 contient la liste des principales espèces surveillées actuellement et par le passé pour chaque indicateur dans l'Arctique canadien.

Tableau 8 : Surveillance actuelle et passée des mammifères marins dans l'Arctique canadien, par indicateur et aire marine focale.

Indicateur	Mer de Beaufort	Archipel arctique	Baie d'Hudson	Baie de Baffin/détroit de Davis
Lieu et moment de la chasse (y compris les perspectives des populations locales, la structure par âge et sexe, la dynamique des populations)	• Phoque annelé • Baleine boréale • Béluga • Ours blanc	• Narval (limité) • Phoque annelé (limité) • Béluga • Baleine boréale (limité) • Ours blanc (limité) • Morse	• Béluga • Narval • Baleine boréale • Toutes les espèces de phoques • Ours blanc • Morse	• Toutes les espèces de phoques • Baleine boréale • Béluga • Narval • Ours blanc
Aire de répartition et périodes d'utilisation de l'habitat (études des données de suivi télémétrique)	• Béluga • Baleine boréale • Phoque annelé • Ours blanc	• Narval • Morse • Béluga • Phoque annelé (limité)	• Baleine boréale • Narval • Morse • Phoque annelé • Phoque barbu (limité) • Phoque commun (limité) • Béluga • Ours blanc	• Baleine boréale • Morse • Phoque annelé • Phoque à capuchon • Phoque du Groenland • Épaulard • Béluga
Abondance	• Ours blanc		• Phoque annelé • Béluga • Narval • Baleine boréale • Morse • Ours blanc	• Phoque du Groenland • Phoque à capuchon • Narval • Béluga • Baleine boréale • Morse • Ours blanc
Abondance relative		• Ours blanc		
Santé, condition et régime alimentaire (c.-à-d. maladie, données morphométriques, contaminants)	• Béluga • Phoque annelé • Ours blanc		• Phoque annelé • Phoque barbu • Béluga • Narval • Baleine boréale • Morse • Ours blanc	• Phoque annelé • Phoque barbu • Béluga • Narval • Morse • Baleine boréale • Ours blanc • Phoque du Groenland • Phoque à capuchon
Observations et événements remarquables ou inhabituels	• Processus de consultation des collectivités • Observations d'épaulards • Mortalité des phoques	• Processus de consultation des collectivités • Observations d'épaulards • Mortalité des phoques	• Processus de consultation des collectivités • Observations d'épaulards • Mortalité des phoques	• Processus de consultation des collectivités • Observations d'épaulards • Mortalité des phoques
Délimitation de la population ou du stock (diversité génétique)	• Baleine boréale • Béluga • Ours blanc • Phoque annelé	• Baleine boréale • Narval • Béluga • Morse • Phoque annelé • Ours blanc	• Béluga • Narval • Ours blanc • Phoque annelé • Phoque barbu • Morse • Baleine boréale	• Baleine boréale • Narval • Béluga • Ours blanc • Phoque annelé • Morse • Phoque du Groenland

Sources d'incertitude

L'Arctique canadien est très vaste et les activités de recherche et de surveillance peuvent se heurter à des difficultés logistiques pour y accéder. Souvent, l'échantillonnage ne peut être réalisé qu'à la saison d'eau libre ou en hiver quand les conditions de glace de mer offrent, dans une certaine mesure, un meilleur terrain d'échantillonnage qu'au printemps et en automne. La difficulté d'accès à de nombreuses zones a des répercussions sur la collecte des données.

- De façon générale, chaque indicateur souffre d'une insuffisance de données et de la surreprésentation de certaines espèces ou groupes par rapport à d'autres. Ces facteurs créent une situation dans laquelle il peut être difficile d'interpréter les tendances. En effet, le manque de cohérence des périodes d'échantillonnage sur différentes années peut entraîner une absence de concordance entre l'échantillonnage et la phénologie. De plus, l'exactitude et la précision de l'information peuvent varier en fonction de la nature de l'indicateur et des données qui l'étayent.
- Souvent, l'échantillonnage est réalisé près des collectivités et des camps installés, entraînant de nombreuses lacunes géographiques sur les lieux de prélèvement des échantillons. La collecte des données et les rapports sur les indicateurs porteront probablement surtout sur des régions ou secteurs géographiques couramment étudiés (p. ex., les sous-régions prioritaires) et ne seront pas issus d'un travail homogène sur l'ensemble de l'Arctique canadien.
- Les types d'engins et les méthodes de collecte des indicateurs déterminés n'ont pas été normalisés pour l'Arctique canadien. Toutefois, les méthodes et outils proposés pour chaque CFÉ ont été définis dans le document de travail présenté à la réunion et dans Petersen *et al.* (2008). Bien qu'il soit parfois possible d'évaluer les données sur les indicateurs collectées au moyen de plusieurs méthodes, ce n'est pas toujours le cas (p. ex., ensembles de données antérieures). Quand il est difficile ou impossible de normaliser les méthodes, les indicateurs doivent être interprétés de manière à permettre l'utilisation et la comparaison des données dans la plus grande mesure possible (Vongraven *et al.* 2009).

L'incohérence de la résolution taxonomique et des techniques d'identification des espèces est également une source d'incertitude. De nombreux chiffres et indicateurs reposent sur l'identification taxonomique. Une expertise taxonomique réduite, particulièrement pour les niveaux trophiques inférieurs, le benthos et les poissons, a accru cette incertitude. La technologie moléculaire a contribué à identifier ces organismes et est couramment utilisée à l'heure actuelle. Ces techniques améliorent la résolution taxonomique, jusqu'au niveau de l'espèce pour de nombreux CFÉ. Parce qu'elle est plus précise, cette résolution peut identifier de nouvelles espèces qui avaient été identifiées auparavant à un niveau taxonomique plus élevé ou incorrectement identifiées. L'exactitude de l'identification taxonomique au niveau le plus bas possible est fondamentale pour déterminer les déplacements de limites territoriales ou les nouvelles arrivées dans une zone.

CONCLUSION ET AVIS

Globalement, les connaissances sur la biodiversité marine dans l'Arctique sont insuffisantes. C'est pourquoi il est important de définir une méthode systématique de mesure de la biodiversité dans l'ensemble de l'Arctique. Les renseignements des tableaux 1 à 8 apporteront une contribution précieuse au futur plan canadien de surveillance de la biodiversité marine. Les

programmes actuels de recherche et surveillance, ainsi que les programmes prévus, concourront considérablement à déterminer l'état et les tendances de la biodiversité au Canada.

Au-delà des programmes de surveillance menés au Canada, il faut reconnaître les liens et les relations de dépendance des espèces et des systèmes océanographiques avec des systèmes situés hors des frontières canadiennes. Par conséquent, pour comprendre les changements que pourrait connaître la biodiversité, il faudrait élargir la portée géographique de la surveillance de manière à inclure le bassin Canada, la mer du Labrador et la baie de Baffin/le détroit de Davis dans les eaux du Groenland. Le futur plan de surveillance doit prendre en compte et intégrer les liens internationaux d'autres programmes de recherche canadiens (p. ex., *Joint Ocean Ice Study* (JOIS), projet Les trois océans du Canada (C3O), *Global Ocean Ship-based Hydrographic Investigations Program* (GO-SHIP) et les produits des glaces du Service canadien des glaces), déterminés par des données collectées hors des limites de ces quatre aires marines focales (figure 1).

La majorité des programmes de recherche et de surveillance passés, actuels et prévus portant sur le milieu marin de l'Arctique canadien visent à comprendre les fonctions et la structure des écosystèmes ainsi que la gestion des stocks, mais rares sont ceux qui sont consacrés à proprement parler à la surveillance de la biodiversité. Les données disponibles peuvent servir à préciser et à évaluer plusieurs des indicateurs actuellement déterminés, mais à l'avenir, il faudrait mettre en place des programmes de surveillance de la biodiversité ou modifier les programmes en cours pour y intégrer des éléments propres à la surveillance de la biodiversité. L'orientation des politiques peut aussi aider à définir les efforts des recherches futures.

Dans le cadre de la présente évaluation, les participants ont recensé les programmes de recherche et de surveillance passés et présents dont les données permettraient d'établir des conditions de référence pour les indicateurs susmentionnés. L'accessibilité des données est également un élément important à prendre en considération. Ceci exige notamment de savoir où se trouvent les données et si elles sont sous une forme utilisable (p. ex., si les échantillons sont analysés). Ceci constituera aussi une étape essentielle de la future mise au point d'ensembles de données de référence et de rapports.

L'accent est mis sur l'importance de la surveillance collaborative. Il faut toutefois noter que les renseignements du présent avis scientifique proviennent d'un processus scientifique et technique du Secrétariat canadien de consultation scientifique (SCCS) reposant sur les types d'information habituellement considérés comme centraux dans les processus scientifiques.

Enfin, les experts consultés pour chaque CFÉ ont estimé que malgré le travail important qu'il reste à faire pour accéder aux données des indicateurs, les organiser et les analyser, il sera possible d'obtenir des rapports sur certains indicateurs dans un avenir proche. D'après l'évaluation et les conclusions ci-dessus, il est recommandé d'inscrire les zones suivantes comme nouvelles sous-régions prioritaires ou comme extensions d'aires définies auparavant (figure 1) : 1) bassin Canada, 2) aire de l'île Belcher/Sanikiluaq, 3) plateau continental du Labrador, 4) baie d'Ungava, 5) est de l'île de Southampton et 6) inlet Prince-Régent comprenant la baie de Creswell, le détroit d'Eclipse et l'inlet de l'Amirauté. Les deux premières sont de nouvelles aires et les quatre dernières, des extensions. L'archipel arctique canadien est le plus grand archipel de l'Arctique et a été reconnu comme une zone importante pour tous les composants focaux de l'écosystème (Cobb 2011; MPO 2011), mais on dispose de peu d'ensembles de données à long terme à son sujet (MPO 2011). En prévision des changements qui devraient se produire dans l'Arctique en raison des changements climatiques, cette zone devrait être désignée comme sous-région prioritaire dans le cadre de la surveillance. Par ailleurs, il existe des activités de surveillance et des ensembles de données à long terme en

dehors des sous-régions prioritaires déterminées (p. ex., surveillance du phoque annelé à Ulukhaktok, dans l'ouest de l'Arctique). Ces programmes doivent être poursuivis, car ils apportent des connaissances utiles pour préparer des rapports sur l'état et les tendances des indicateurs déterminés dans la présente évaluation.

Recommandations relatives aux travaux futurs

Les programmes en cours et prévus peuvent chercher à collecter des données pour combler les lacunes actuelles ainsi qu'à réunir des données plurispécifiques (au sein des niveaux trophiques et entre eux) plutôt que de chercher à collecter des données par espèce. La définition des indicateurs souligne la nécessité de collecter des données de surveillance de la biodiversité, car s'il est vrai que les données disponibles peuvent servir à préciser et évaluer les indicateurs, il reste que pour pouvoir effectuer la surveillance de la biodiversité, il faudra lui consacrer des programmes de surveillance particuliers. Plusieurs technologies (p. ex., postes d'amarrage, télédétection, surveillance à partir de navires, surveillance par les collectivités, etc.) doivent être évaluées pour la collecte à long terme de données de surveillance de la biodiversité.

Il faudra évaluer les indicateurs recommandés pour déterminer :

- si les indicateurs déterminés permettent de détecter les changements (c.-à-d. si les lieux, les moments et les méthodes choisis pour la surveillance sont les plus adéquats);
- l'échelle d'échantillonnage temporelle pour chaque indicateur, par lieu;
- s'il est possible, au moyen d'une seule méthode, de collecter des échantillons ou des données qui procureraient des renseignements pour plusieurs indicateurs;
- si les rapports d'indicateurs seront représentatifs de toutes les aires marines focales, particulièrement dans les sous-régions prioritaires;
- si une ou plusieurs sous-régions prioritaires permettront la surveillance d'indicateurs pour tous les CFÉ en vue d'établir les relations entre niveaux trophiques.

Les paramètres et indicateurs sont recommandés pour tous les niveaux trophiques définis par les composants focaux de l'écosystème : microbes et phytoplancton, zooplancton métazoaire, organismes sympagiques (c.-à-d. biote de glace de mer), organismes benthiques (y compris les coraux et les éponges), oiseaux de mer, poissons et mammifères marins (ours blanc compris). En ce qui concerne les macroalgues, on recommande de surveiller trois indicateurs dans l'Arctique canadien : richesse des espèces, abondance et biomasse. Il manque toutefois un document de travail décrivant le travail réalisé dans ce domaine et examinant les indicateurs possibles de manière approfondie.

Bien que les connaissances écologiques traditionnelles ne soient pas traitées par le PCSB-PM, elles représentent une source essentielle de savoir sur l'Arctique canadien et doivent faire partie de tout futur plan canadien de surveillance de la biodiversité marine.

SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

Le présent avis scientifique découle de la réunion du processus d'examen par les pairs du Secrétariat canadien de consultation scientifique de Pêches et Océans Canada (MPO) portant sur les *Indicateurs pour la surveillance de la biodiversité marine dans l'Arctique canadien*, qui s'est tenue du 6 au 8 février 2012 à l'Institut des eaux douces à Winnipeg (Manitoba). Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée lorsqu'elle sera disponible sur le calendrier des avis scientifiques du secteur des Sciences du MPO à l'adresse suivante : http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/index-fra.htm.

Asseburg, C., Harwood, J., Matthiopoulos, J., Smout, S. 2006. *The functional response of generalist predators and its implications for the monitoring of marine ecosystems. In Top predators in marine ecosystems: Their role in monitoring and management.* Publié sous la direction d'I. Boyd, S. Wanless et C.J. Camphuysen. *Cambridge University Press*, Cambridge, Royaume-Uni. p. 262-274.

Chapman, A. R. O. et Lindley, J. E. 1981. *Productivity of* Laminaria solidungula. *J. Ag. in the Canadian high Arctic: A year round study.* Actes du 10e colloque de l'International Seaweed Association, p. 247-252.

Cobb, D., Fast, H., Papst, M.H., Rosenberg, D., Rutherford, R. et Sareault, J.E. (eds.). 2008. *Beaufort Sea Large Ocean Management Area: Ecosystem Overview and Assessment Report.* Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2780. ii-ix + 188 p.

Cobb, D.G. 2011. *Identification of Ecologically and Biologically Significant Areas (EBSAs) in the Canadian Arctic.* Secr. can. de consult. sci. du MPO, Doc. de rech. 2011/070. vi + 38 p.

Gaston, A.J., 2002. *Studies of high-latitude seabirds. 5. Monitoring Thick-billed murres in the eastern Canadian Arctic, 1976–2000. In Canadian Wildlife Service occasional paper 106.* Publié sous la direction de W.A. Montevecchi.

Gaston, A.J. et Nettleship, D.N. 1981. *The thick-billed murres of Prince Leopold Island.* Série n° 6 des monographies du Service canadien de la faune, 350 p.

Gill, M.J., Crane, K., Hindrum, R., Arneberg, P., Bysveen, I., Denisenko, N.V., Gofman, V., Grant-Friedman, A, Gudmundsson, G., Hopcroft, R.R. Iken, K. Labansen, A. Liubina, O.S. Melnikov, I.A. Moore, S.E. Reist, J.D. Sirenko, B.I. Stow,J. Ugarte, F. Vongraven, D. et. Watkins, J. 2011. *Arctic Marine Biodiversity Monitoring Plan (CBMP-MARINE PLAN), CAFF Monitoring Series Report No.3, April 2011, CAFF International Secretariat, Akureyri, Iceland.* ISBN 1. 978-9979-9778-7-2.

Kenchington, E., Siferd, T. et Lirette, C. 2012. *Arctic marine biodiversity: indicators for monitoring coral and sponge megafauna in the Eastern Arctic.* Secr. can. de consult. sci. du MPO, Doc. de rech. 2012/003. vi + 44 p.

Mallory, M.L., J.A. Akearok et A. J. Gaston. 2009. *Status of High Arctic Black-Legged Kittiwake (*Rissa tridactyla*) colonies in Barrow Strait, Nunavut, Canada.* Arctic 62: 96-101.

MPO. 2011. Détermination des zones d'importance écologique et biologique (ZIEB) de l'Arctique canadien. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2011/055.

O'Connor, J.S. et R.T. Dewling. 1986. *Indices of marine degradation; their utilitiy. Environmental Management* 10: 335-343.

Petersen, A., Irons, D., Anker-Nilssen, T., Artukhin, Y., Barrett, R., Boertmann, D., Egevang, C., Gavrilo, M.V., Gilchrist, G., Hario, M., Mallory, M., Mosbech, A., Olsen, B., Osterblom, H., Robertson, G., et Strøm, H. 2008. *Framework for a Circumpolar Arctic Seabird Monitoring Network. CAFF CBMP Report No.15. CAFF International Secretariat, Akureyri, Iceland.*

Tuck, L. M. 1961. Les marmettes, Série Faune du Canada n° 1. Service canadien de la faune. Ottawa (Ontario), Canada.

Vongraven, D., Arneberg, P., Bysveen, I., Crane, K., Denisenko, N.V., Gill, M., Gofman, V., Grant-Friedman, A, Gudmundsson, G., Hindrum, R., Hopcroft, R., Iken, K., Labansen, A., Liubina, O.S., Moore, S.E., Melnikov, I.A., Reist, J.D., Stow, J., Tchernova, J., Ugarte, F., et Watkins, J. 2009. *Circumpolar Biodiversity Marine Monitoring Plan - background paper. CAFF CBMP Report No. 19, CAFF International Secretariat, Akureyri, Iceland.*

Włodarska-Kowalczuk M., Kukliński, P. Ronowicz, M., Legeżyńska, J., et Gromisz, S. 2009. *Assessing species richness of macrofauna associated with macroalgae in Arctic kelp forests (Hornsund, Svalbard). Polar Biology* 32: 897-905.

ANNEXE 1 : Glossaire

Terme	Définition
Espèce colonisatrice	Espèce nouvellement apparue dans une zone en raison d'un déplacement des limites de son aire de répartition et se reproduisant dans la zone.
Espèce envahissante	Espèce nouvellement apparue dans une zone où elle a été transportée par des activités humaines. Elle peut se reproduire dans la zone ou y avoir des répercussions nocives sur les espèces indigènes, mais pas nécessairement.
Espèce erratique	Espèce nouvellement apparue dans une zone, mais de façon irrégulière, et qui ne s'y reproduit pas.

ANNEXE 2 : Poste d'amarrage idéal

Les technologies actuelles permettent de regrouper trois postes d'amarrage dans un site de surveillance de la biodiversité pour collecter des données physiques, chimiques et biologiques destinées à surveiller l'écosystème et la biodiversité. Les trois postes d'amarrage sont :

1. un poste d'amarrage physique : conçu pour contenir des capteurs de température, de salinité et de pression ainsi que des courantomètres à effet Doppler acoustique (ADCP) qui fournissent des données de rétrodiffusion acoustique et des courants. Il pourra aussi être équipé d'appareils d'enregistrement sous-marins autonomes, qui serviraient à surveiller les sons des mammifères marins, le bruit de la glace, des navires ainsi que le bruit sous-marin;

2. un poste d'amarrage d'échantillonnage de faible profondeur : profileur de type Icycler ou Arctic Winch qui profilerait d'environ 50 m de profondeur à sous la surface de la glace de manière répétée. Pour les postes d'amarrage des eaux couvertes de glaces, les flotteurs doivent être placés à au moins 30 m de profondeur pour éviter d'être endommagés par le déplacement de quilles de glace. Le fonctionnement du profileur consiste à activement éviter la glace pour collecter des données de profil dans la colonne d'eau supérieure fortement stratifiée et biologiquement active. Une série d'instruments serait placée dans le profileur, notamment : un enregistreur de conductivité, température et profondeur (CTP), un spectrophotomètre UV-visible *in situ* pour mesurer les concentrations de nitrate, un appareil de mesure de pCO2, un capteur de rayonnement photosynthétiquement actif, un dispositif de rétrodiffusion optique et de mesure de la chlorophylle par fluorescence et une caméra orientée vers le haut;

3. un poste d'amarrage biologique qui contiendrait des trappes à sédiments, des pompes d'échantillonnage du phytoplancton et autres microbes, ainsi que des échantillonneurs d'eau posés à trois ou quatre niveaux. Les pompes et les échantillonneurs d'eau amarrés sont une technologie relativement nouvelle qui permet de prélever des échantillons et de réaliser une large gamme d'analyses. Ce poste d'amarrage comporterait aussi une caméra au fond pour photographier des images du plancher océanique par intervalles.

POUR DE PLUS AMPLES RENSEIGNEMENTS

Communiquez avec : Jill Watkins
Pêches et Océans Canada
Secteur des sciences des écosystèmes et des océans
200, rue Kent, poste 12S022
Ottawa (Ontario) K1A 0E6.
Tél. : 613-991-1313
Courriel : Jill.Watkins@dfo-mpo.gc.ca

Ce rapport est disponible auprès du :

Centre des avis scientifiques (CAS)
Région de la capitale nationale
Pêches et Océans Canada
200, rue Kent
Ottawa (Ontario) K1A 0E6

Téléphone : 613-990-0293
Courriel : csas-sccs@dfo-mpo.gc.ca
Adresse Internet : www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs

ISSN 1919-5109 (Imprimé)
ISSN 1919-5117 (En ligne)
© Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, 2012

An English version is available upon request at the above address.

LA PRÉSENTE PUBLICATION DOIT ÊTRE CITÉE COMME SUIT :

MPO. 2012. Avis Scientifique sur la définition des indicateurs pour la surveillance de la biodiversité marine dans l'Arctique canadien. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis. sci. 2012/053.